

Capítulo 10

Aplicando o SiBCTI

Aldo Pereira Leite
Fernando Cezar Saraiva do Amaral
Flávio Hugo Barreto Batista da Silva
Roberto da Boa Viagem Parahyba

10.1 - Solos de Lenta Drenabilidade, Estudo de Caso (I)

A opção pela irrigação no processo de produção agrícola é uma decisão tomada com base na probabilidade de se atingir certo nível de rentabilidade com segurança e eficácia. A eficácia da irrigação identifica-se por uma relação custo/benefício, cuja maximização depende dos fatores que vão desde as condições de mercado para os produtos agrícolas, passando pelas limitações do solo até as características de desempenho do equipamento e sua manutenção (WEGENER, 2005). A tomada de decisão portanto entre irrigar ou não uma determinada terra deverá estar assentada em uma base de dados ampla e consistente que dê ao tomador da decisão a máxima segurança possível. Desta forma, a existência de um sistema de classificação do ambiente focando especificamente a irrigação é condição imprescindível para esta correta tomada de decisão.

Não obstante o relevante trabalho de alguns órgãos públicos e empresas privadas no tocante ao desenvolvimento de extensas áreas com irrigação na região semiárida brasileira, gerando vários exemplos bem sucedidos de correta aplicação dos recursos financeiro e ambiental, muitos equívocos foram cometidos com relação à escolha de determinadas espécies para serem exploradas em determinados perímetros irrigados, por uma série de causas. Opções e/ou sistemas de irrigação impróprios foram equivocadamente assumidos como tendo potencial para embasarem vultosos programas de irrigação. Infelizmente existem vários exemplos que retratam essa constatação.

Foi exatamente para evitar que novos casos como esses voltassem a ocorrer, é que se desenvolveu a metodologia de classificação de terras para irrigação SiBCTI. Atualmente diversos perímetros de irrigação estão em fase de conclusão na região semiárida, prontos para entrarem em operação. Essa é a hora portanto de se atentar para a correta escolha dos sistemas de irrigação que serão implantados, e também das culturas que serão exploradas, para que esses perímetros possam gerar amplos benefícios sociais e econômicos.

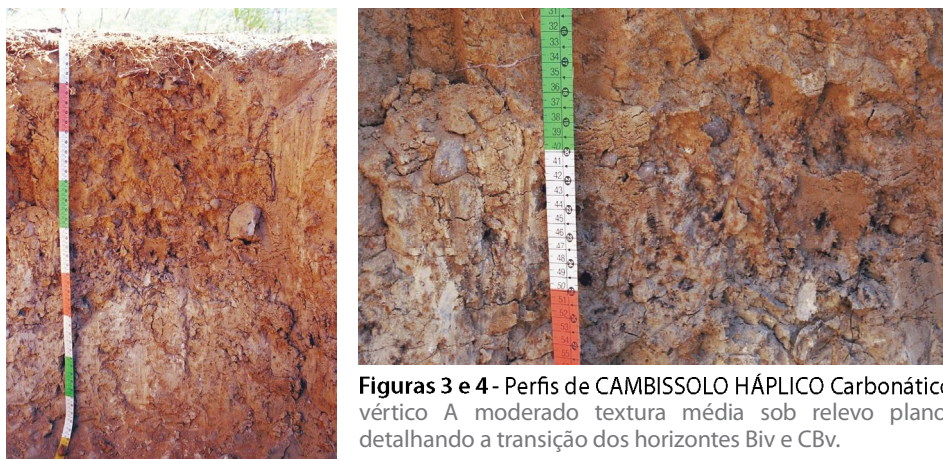
Para ilustrar o funcionamento do SiBCTI e demonstrar como a **escolha de uma cultura vegetal equivocada** pode trazer sérios prejuízos ao invés dos benefícios citados, vamos exemplificar utilizando um tipo de solo que apresenta propriedades vérticas. Para a exploração desse tipo de solo, culturas de sistema radicular profundo e do tipo pivotante devem ser evitadas, uma vez que estas raízes podem se danificar com o movimento de expansão e contração que esses solos sofrem quando úmidos ou secos, motivados pela consistência mineralógica dominada por argilas expansivas (Figuras 1 e 2).



Figuras 1 e 2 - Detalhes do movimento de expansão e contração do solo vértico.

Dada a unidade de mapeamento que se deseja classificar, seleciona-se o perfil modal que a representa.

Os perfis classificados como CAMBISSOLO HÁPLICO Carbonático vértico apresentam características vérticas bem marcantes (Figuras 3 e 4), não sendo classificados como Vertissolos por apresentarem textura média, menor que 35% de argila (EMBRAPA, 2004) (Figuras 3 e 4).



Figuras 3 e 4 - Perfis de CAMBISSOLO HÁPLICO Carbonático vértico A moderado textura média sob relevo plano, detalhando a transição dos horizontes Biv e CBv.

A vegetação de caatinga hiperxerófila é constituída de diversas espécies, sendo a jurema preta (*Mimosa tenuiflora*) e a carqueja (*Calliandra depauperata*), as de maior ocorrência (Figuras 5 e 6).



Figuras 5 e 6 – Vegetação de caatinga, com diferentes valores de umidade no solo.

A seguir são apresentadas as informações analíticas e morfológicas do solo indicado. Os dados analíticos são apresentados no formato em que são entregues pelo laboratório de análises de solo e os dados morfológicos, na forma em que são publicados pelos levantamentos pedológicos. As informações necessárias ou mais importantes ao preenchimento do SiBCTI estão grafadas em vermelho.

10.1.1 - Descrição do Perfil

PERFIL 1	NÚMERO DE CAMPO – P09 - DATA – 11/11/03
CLASSIFICAÇÃO	CAMBISSOLO HÁPLICO Carbonático vértico A moderado textura média relevo plano
UNIDADE DE MAPEAMENTO	Cev 4/3.4 do levantamento
LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS	município de Xique-Xique, Estado da BA; Coord. GPS – 23L 783.574W e 8.841.144S
SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL	Área plana, 0 a 1%; Caatinga média
ALTITUDE	419 m (GPS)
LITOLOGIA, CRONOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA	Terciário/Quaternário. Calcário caatinga
MATERIAL ORIGINÁRIO	Alteração do calcário caatinga
PEDREGOSIDADE	Presente
ROCHOSIDADE	Ausente
RELEVO LOCAL	Plano
RELEVO REGIONAL	Plano
EROSÃO	Não aparente
DRENAGEM	Mal a imperfeitamente drenado
VEGETAÇÃO PRIMÁRIA	Caatinga Hipoxerófila com Carqueja (<i>Calliandra depauperata</i>) e jurema preta. (<i>Mimosa tenuiflora</i>)

USO ATUAL	Sem uso.
CLIMA	BSwh' de Köppen (Clima bastante quente. A temperatura média do mês mais frio é superior a 18°C. Semiárido. A estação chuvosa é no verão) e 4aTh de Gaussen.
DESCRITO E COLETADO POR	Enio Fraga da Silva, Adoildo Melo e Getúlio.

10.1.2 - Descrição Morfológica

A	0 – 10cm	Bruno-amarelado escuro (10YR 4/5, úmido) e Bruno-amarelado claro (10YR 6/4, seco); franco-arenosa; fraca, pequena, granular; macio, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; plana e clara.
BA	10 – 22cm	Bruno-amarelado (10YR 5/6, úmido) e amarelo (10YR 7/6, seco); mosqueado comum, pequeno, proeminente (7,5YR 5/6 e 10YR 4/5) ; franco-arenosa a franco; fraca, pequena e média, blocos sub-angulares e blocos angulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; plana e gradual.
Biv	22 – 38cm	Amarelo-brunado (10YR 6/6, úmido); mosqueado comum, pequeno, proeminente (7,5YR 6/6) ; franco-argilo-arenosa; maciça qsd em fraca, média, blocos sub-angulares e blocos angulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; plana e clara.
CBv	38–(52-64)cm	Branco (10YR 8/1, úmido); mosqueado comum, pequeno, proeminente (N2 e 10YR 6/6) ; franco-argilo-arenosa; maciça; muito duro, firme, muito plástico e muito pegajoso; ondulada e clara.
Cv	(52-64)–100cm+	Branco (10YR 8/1, úmido); franco-argilo-arenosa; maciça; muito duro, firme, muito plástico e muito pegajoso.

- POROS: A– muitos, pequenos e médios; BA– comuns, pequenos e médios; Bi– poucos, pequenos e médios; CB– poucos, muito pequenos; e Cv– raros, muito pequenos.
- RAÍZES: Ap– muitas, finas e médias; BA– comuns, finas e médias e poucas, grossas; Bi– poucas, finas e médias; CB– raras, finas; Cv– ausentes.

OBS:

- Perfil no mesmo local do Perfil L01 do levantamento de Issa e Manuel Batista.
- Horizonte A coletado em minitrincheira próximo do perfil.
- Rachaduras no perfil.
- Cascalhos em superfície.
- No Horizonte CB seixos (calhaus e matacões).
- Houve chuva no dia 03/11/2003.

- AMOSTRAGEM: Química e granulometria – A, BA, Bi, CB e Cv.
Densidade do solo – A, BA, Bi.
Retenção e Condutividade hidráulica – A, BA, Bi.

10.1.3 - Dados Analíticos

Análises Físicas e Químicas

Perfil: P1

Amostras de Laboratório: 04.0164-0168

Solo:

Horizonte		Frações da amostra total g kg ⁻¹				Composição granulométrica da terra fina g kg ⁻¹				Argila dispersa em água g kg ⁻¹	Grau de floculação %	Relação Silte/ Argila	Densidade g cm ⁻³		Porosidade %
Símbolo	Profundidade cm	Calhaus > 20 mm	Cascalho 20-2 mm	Terra fina < 2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila < 0,002 mm							
A	0-10	0	0	1000	335	404	99	162	101	38	0,61	1,55	2,60	40	
BA	-22	0	0	1000	356	368	94	182	142	22	0,52	1,51	2,63	43	
Biv	-38	0	0	1000	361	355	81	203	183	10	0,40	1,44	2,63	45	
CBv	-64	0	36	964	316	310	88	286	245	14	0,31	1,37	2,60	47	
Cv	-100 +	0	11	989	275	244	174	307	0	100	0,57	1,40	2,60	46	
pH (1:2,5)		Complexo Sortivo cmol. kg ⁻¹													
Horizonte	Água	KCl 1N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (soma)	Al ³⁺	H ⁺	Valor T	Valor V (sat. Por bases) %		100.Al ³⁺ + S + Al ³⁺ %	P assimilável mg kg ⁻¹	
A	6,7	5,9	5,3	1,0	0,09	0,01	6,4	0	0,2	6,6	97	0	1		
BA	7,1	5,8	4,9	1,7	0,04	0,01	6,6	0	0	6,6	100	0	1		
Biv	6,9	5,6	5,1	2,9	0,04	0,03	8,1	0	0	8,1	100	0	1		
CBv	6,8	5,4	6,8	7,5	0,06	0,14	14,5	0	0,8	15,3	95	0	1		
Cv	8,7	7,5	9,2	11,7	0,05	0,52	21,5	0	0	21,5	100	0	1		

Horizonte	C (orgânico) g/kg	N g/kg	C/N	Ataque sulfúrico g/kg						Relações Moleculares				Fe ₂ O ₃ livre g kg ⁻¹	Equivalente de CaCO ₃ g kg ⁻¹
				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	SiO ₂ / Al ₂ O ₃ (Ki)	SiO ₂ / R ₂ O ₃ (Kr)	Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃			
A	6,5	0,7	9												
BA	2,8	0,4	7												
Biv	1,9	0,3	6	58	43	20	1,7			2,29	1,77	3,38			
CBv	1,2	0,2	6												
Cv	0,9	0,2	4	81	61	27	2,3			2,26	1,76	3,55			
Horizonte	100Na ⁺ T ⁻¹ %	Pasta saturada		Sais solúveis cmolc kg ⁻¹						Constantes hídricas g 100g ⁻¹					
		Condutivi dade dS m ⁻¹ 25°C	Água %	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	HCO ₃ ⁻ CO ₃ ²⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Umidade		1,5 MPa	Água disponível máxima	
											0,033 MPa				
A	<1	0,2									18,4		9,8	8,6	
BA	<1	0,3									19,3		9,6	9,7	
Biv	<1	0,4									21,9		10,6	11,3	
CBv	<1	0,4									25,8		13,3	12,5	
Cv	2	0,7									25,7		14,4	11,3	

Observação: Para maiores informações sobre a obtenção dos parâmetros, consulte os Capítulos 3 e 4.

A condutividade hidráulica (**K**) obtida correspondeu a $0,04 \text{ cm h}^{-1}$ (CODEVASF, 2000) em consonância que o baixo valor da velocidade de infiltração.

Foram executados testes de infiltração, método do infiltrômetro de duplo cilindro, em duplicidade e próximo aos locais de coleta dos perfis, para obtenção da Velocidade de Infiltração Básica (**I**), conforme Figura a seguir. Nela se pode perceber o baixíssimo valor da velocidade de infiltração o que certamente, trará problemas para qualquer planta cultivada caso não se escolha um sistema de irrigação que não faça a dosagem de forma calibrada da lâmina de irrigação, ou seja, um sistema que não esteja adaptado a funcionar nesta condição do solo (EMBRAPA, 2004).

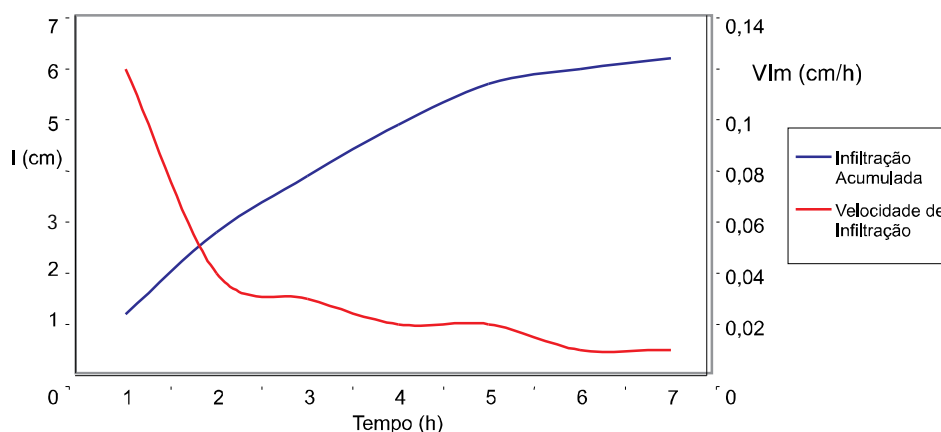


Figura 7 - Curvas de infiltração acumulada (I) e de velocidade de infiltração média (Vim) de um Vertissolo Cromado Carbonático típico.

10.1.4 - Inserção dos Dados

Quando as espessuras dos horizontes não coincidem com as camadas definidas pelo SiBCTI, o preenchimento dos dados deverá seguir três possíveis possibilidades:

- **Situação 1**- Quando uma camada do SiBCTI engloba dois ou mais horizontes, seus dados devem compor uma média ponderada;
- **Situação 2**- Quando uma camada do SiBCTI engloba parte de um horizonte, esse deve representar toda a camada;
- **Situação 3**- Quando não há dados de horizontes (solo raso p.e.) para preenchimento da camada do SiBCTI (camada profunda p.e.) esta deve ser receber valor "zero".

Usando o solo descrito anteriormente e analisando a tela Propriedades do Solo I, alguns comentários a respeito do parâmetro profundidade são pertinentes. Pela descrição do solo, a ocorrência de camada semipermeável ocorre a partir de 38 cm.

Essa constatação se deve ao fato da descrição da estrutura (**maciça; muito duro**, firme, muito plástico e muito pegajoso), que não se desfaz em blocos angulares e subangulares e/ou grãos. Logo, uma descrição desse tipo, num solo com essas características, é forte indicativo de presença de camada “barreira” ou seja, aquela que reduz substancialmente o movimento/fluxo vertical na massa interna do solo. Como o teste de condutividade hidráulica apresentou movimentação da água, mesmo que muito baixa, ela é enquadrada como semipermeável.

A descrição do perfil assinala ainda que o último horizonte (Cv), já transicional para a rocha, vai de 52-64 cm até 100 cm+, ou seja, o pedólogo não avaliou como pertinente aprofundar a coleta mesmo percebendo que o horizonte continuava além dos 100 cm. Como não se sabe o que está abaixo dessa profundidade, considera-se em termos de preenchimento do SiBCTI como limite esses 100 cm, para o parâmetro profundidade do impermeável, ou, até onde vai a descrição do solo.

Sistema Brasileiro de Classificação de Terras para Irrigação

Arquivo Por Sistema de Irrigação Processar Limpar Campos Idiomas (?) Ajuda

Propriedades do Solo I Propriedades do Solo II Propriedades da água Classificação

Profundidade (cm) Z Semi-permeável 38 Impermeável 100	Ca + Mg (cmol/kg) Y 0 - 20 cm 6,5 20 - 60 cm 11,4 60 - 120 cm 20,2
Saturação Sódio Trocável (100 Na/CTC) - S 0 - 20 cm 1 20 - 60 cm 1 60 - 120 cm 2 120 - 240 cm 0	Capacidade de Água Disponível (mm) C 0 - 20 cm 28 0 - 60 cm 99 0 - 120 cm 159
pH em Água H 0 - 20 cm 6,9 20 - 60 cm 6,8 60 - 120 cm 8,5	Classe Textural (Sat. com sódio trocável) V Média
Condutividade Hidráulica (cm/h) K 0 - 60 cm 0,04 60 - 120 cm 0,04 120 - 240 cm 0	Alumínio Trocável (cmol/kg) M 0 - 20 cm 0 20 - 60 cm 0 60 - 120 cm 0
CTC (cmol/kg) T 0 - 20 cm 6,6 20 - 60 cm 12,0 60 - 120 cm 20,9	Condutividade Elétrica (Extrato saturação dSEn) S 0 - 20 cm 0,25 20 - 60 cm 0,4 60 - 120 cm 0,7 120 - 240 cm 0

Aplicando o SiBCTI

No parâmetro pH em água, tem-se a primeira evidência da **situação 1** definida anteriormente. O SiBCTI trabalha para esse parâmetro com a camada fixa de 0-20 cm. No entanto, o pedólogo descreveu o solo como tendo o horizonte A indo de 0-10 cm e o BA de 10-22 cm. Então, para preenchimento desse parâmetro do SiBCTI, procedemos à média ponderada: $[(10 \text{ cm} \times 6,7) + (10 \text{ cm} \times 7,1)] / 20 = 6,9$.

Ainda nesse parâmetro, é apresentado um exemplo da **situação 2**. Considerando a terceira camada pré-definida 60-120 cm, ela não coincide com o horizonte Cv, que como todo o solo descrito, só vai até 100 cm. Evidentemente, o valor do pH (H) desse horizonte, que é 8,7, representará toda a camada 60-120 cm do SiBCTI.

Como mais um exemplo da **situação 2**, toma-se o parâmetro Capacidade (ou lâmina ou camada) de Água Disponível (C). A terceira camada do SiBCTI vai de 0-120 cm. Como o perfil descrito só vai até 100 cm, logo, o cálculo é realizado como se todo o armazenamento de água hipoteticamente fosse até 120 cm, ou seja, representando toda a camada até 120:

$$C_{0-120} = C_{0-20} + C_{20-60} + C_{60-120} = [(8,6 \times 1,55 \times 100 / 100) + (9,7 \times 1,51 \times 100 / 100)] + [(9,7 \times 1,51 \times 20 / 100) + (11,3 \times 1,44 \times 160 / 100) + (12,5 \times 1,37 \times 220 / 100)] + [(12,5 \times 1,37 \times 40 / 100) + (9,7 \times 1,51 \times 560 / 100)] = 184 \text{ mm}$$

Ainda nessa tela é acrescentado um exemplo da **situação 3**. Considerando o parâmetro condutividade elétrica no extrato de saturação (E). Para esse parâmetro, o SiBCTI necessita do valor para a camada 120-240 cm. Como o solo descrito só vai até 100 cm, o sistema é preenchido com valor “zero”. Esse procedimento não prejudicará a avaliação final uma vez que o SiBCTI já foi previamente calibrado para esse tipo de situação, qual seja, o solo não atingir a seção de controle.

Sistema Brasileiro de Classificação de Terras para Irrigação

Arquivo Por Sistema de Irrigação Processar Limpar Campos Idiomas (?) Ajuda

Propriedades do Solo I **Propriedades do Solo II** Propriedades da água Classificação

Atividade da Argila **A**

Classe: 2:1

Prof. da Zona de Redução (cm) **W**

Profundidade: 10

Rochosidade **R**

Classe: Não Rochosa

Velocidade de Infiltração (cm/h) **I**

Velocidade: 0,01

Topografia **G**

Declividade: 1

Espaçamento entre drenos (m) **D**

Menor que 15

Pedregosidade **P**

Classe: Ligeiramente

A área é abaciada? --- B

☐ Sim ☐ Não

Na segunda tela, Propriedades do Solo II, destacam-se alguns parâmetros com valores bastante desfavoráveis em termos de classificação de terras para irrigação quando se considera sistemas de irrigação pouco eficientes que saturem o solo quando em operação. Percebe-se que a baixíssima Velocidade de Infiltração (**I**) e a presença de Zona ou Ambiente de Redução (**W**) próximo da superfície exercerão um impacto muito elevado e desfavorável na classificação final caso se escolham sistemas de irrigação e/ou plantas com sistema radicular incompatíveis com esse tipo de solo. A presença de formações como mosqueados com intensidade “comum” já a partir dos 10 cm de profundidade, é uma das grandes constatações morfológicas que denotam claramente que esse solo apresenta sérias restrições de drenabilidade interna.

A terceira tela refere-se à qualidade e custo da água de irrigação. Nesse caso, como a mancha de solo representada pelo perfil modal descrito está próxima da captação e sendo esta água proveniente do rio São Francisco, portanto de excelente qualidade, os parâmetros dessa tela não prejudicarão a avaliação final desse ambiente.

Sistema Brasileiro de Classificação de Terras para Irrigação

Arquivo Por Sistema de Irrigação Processar Limpar Campos Idiomas (?) Ajuda

Propriedades do Solo I | Propriedades do Solo II | **Propriedades da água** | Classificação

Cond. Elétrica e (dS/m) <input type="text" value="0,08"/>	Dist. de captação d (km) <input type="text" value="3"/>
Ras s $\text{Na}^+ / [(\text{Ca} + \text{Mg})^{1/2}]$ <input type="text" value="0,2"/>	Ferro f (mg/l) <input type="text" value="0,1"/>
Dif. cota captação h (m) <input type="text" value="12"/>	Cloreto c (mg/l) <input type="text" value="4,5"/>
Boro b (mg/l) <input type="text" value="0,2"/>	

Finalmente na quarta tela, é executada a classificação do ambiente. A manga foi escolhida por ser uma cultura que tem se expandido bastante na região semiárida. Pode-se perceber que o sistema classifica esse ambiente: CAMBISSOLO HÁPLICO Carbonático vértico... + custo e captação da água + cultura manga + sistema de irrigação localizado como:

a 6 Z K

- o primeiro parâmetro “a” indica retorno potencial superior ou seja, a cultura escolhida (manga) é uma cultura elencada como de alta rentabilidade implícita, da mesma forma que a água para irrigação tem baixo custo de captação.
- o número “6” indica a classe da terra, ou seja, não irrigável.
- o sistema resgata o parâmetro mais limitante, ou seja, aquele que exerceu maior influência na classificação final da terra. No caso, por ser maiúscula e de cor vermelha, fica caracterizado que é um parâmetro ligado a solo e sendo “Z” representa o parâmetro profundidade do solo.
- o sistema resgata também o segundo parâmetro mais limitante. Da mesma forma que comentado acima, a letra “K” refere-se um parâmetro de solo e representa a condutividade hidráulica.

Sistema Brasileiro de Classificação de Terras para Irrigação

Arquivo Por Sistema de Irrigação Processar Limpar Campos Idiomas (?) Ajuda

Propriedades do Solo I | Propriedades do Solo II | Propriedades da água | **Classificação**

SiBCTI Sistema Brasileiro de Classificação de Terras para Irrigação

Classificação pela metodologia

Localizada : 6 <-> 1
Aspersão :
Superfície :

Genérico

Classificada :

Selecione o Sistema

☒ Irrigação ☐ Genérico

Escolha a metodologia

☒ Localizada
☐ Aspersão
☐ Superfície

Selecione a Cultura

☐ Acerola ☒ Manga
☐ Banana ☐ Melancia
☐ Cana de açúcar ☐ Melão
☐ Cebola ☐ Milho
☐ Feijão ☐ Uva
☐ Goiaba ☐ Coco

Para determinar as Classes Final e Limitantes, clique em PROCESSAR :

Processar

Classificação Final: a6Z K

Resultado:
O primeiro parâmetro refere-se ao retorno econômico esperado.
O segundo parâmetro refere-se a classe final mais limitantes.
O terceiro e quarto parâmetros referem-se aos símbolos dos fatores mais limitantes, solo ou água.
OBS: Para detalhes completos clique em cima do resultado ou vá à ajuda.

10.2 - Solos de Rápida Drenabilidade, Estudo de Caso (II)

Ao contrário do exemplo apresentado, caracterizado por solos com limitações severas e que não devem, no nível tecnológico atual, serem irrigados com culturas de **sistema radicular tipo pivotante e profundo**; tem-se o exemplo de solos em que o avanço da tecnologia esta permitindo a utilização da agricultura irrigada e consequentemente, incorporação ao processo produtivo.

Talvez o melhor exemplo dessa condição seja constituído pelos NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS, outrora conhecidos como Areias Quartzosas (Figuras 7 e 8). Esses solos, devido a limitações como baixíssima capacidade de retenção de cátions, de retenção de água, além da dominância da textura areia o que redundava em elevadíssima velocidade de infiltração, inviabilizavam-no para a utilização com o sistema de irrigação por superfície; uma vez que nos anos 1950/1980, irrigações do tipo localizado principiavam ou não existiam. Essas limitações referentes a utilização com irrigação por superfície (sulco por exemplo) implicavam que esses solos fossem classificados como NÃO IRRIGÁVEIS por metodologias como as do BUREC.



Figuras 8 e 9 - Paisagem e perfil de NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico latossólico A fraco relevo plano (Perímetro Nilo Coelho – Petrolina/PE).

Atualmente, existem várias constatações da perfeita viabilidade desses solos para a exploração com agricultura irrigada. O avanço no manejo desses solos foi tão espetacular, que muitos agricultores chegam a afirmar que preferem trabalhar com eles em detrimento dos solos muito argilosos, principalmente aqueles com mineralogia do tipo 2:1, uma vez que o perfeito controle do teor de água disponível pode

ser feito com a irrigação localizada e do nível de fertilidade pela fertirrigação, de modo que o agricultor controle melhor seus recursos naturais via solo, monitorando e conduzindo seu talhão do jeito que lhe interessa, transformando então o que era ponto negativo em ponto positivo. Além disso, como vantagem comparativa complementar, a presença de excelente drenagem natural faz com que esses solos praticamente não tenham risco de salinização.

A seguir é apresentado um exemplo desse solo. Da mesma forma que no exemplo do solo anterior, as informações analíticas e morfológicas necessárias ou importantes à utilização do SiBCTI estão grafadas em vermelho.

10.2.1 - Descrição do Perfil

PERFIL 1	Nilo Coelho 4 - NÚMERO DE CAMPO – Petro 4 - DATA – 06/12/2002
CLASSIFICAÇÃO	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico latossólico A fraco relevo plano
UNIDADE DE MAPEAMENTO	
LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS	Petrolina – PE. Projeto Nilo Coelho Núcleo 9 lote 1199. Coord. 09°19'44,6"S e 40°30'49,8"W – 24L 333.743W 8.968.407S
SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL	Área plana, 2 a 3%; Cultura de manga Haden com aproximadamente 6 anos – irrigado
LITOLOGIA, CRONOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA	Recobrimento pedimentar de materiais arenoso-argiloso sobre o Pré-cambriano
MATERIAL ORIGINÁRIO	Sedimentos arenoso-argilosos
PEDREGOSIDADE	Ausente
ROCHOSIDADE	Ausente
RELEVO LOCAL	Plano
RELEVO REGIONAL	Plano e suave ondulado
EROSÃO	Não aparente
DRENAGEM	Fortemente drenado
VEGETAÇÃO PRIMÁRIA	Caatinga Hiperxerófila
USO ATUAL	Cultura de manga Haden c/ +- 6 anos – irrigado com aspersor
CLIMA	BSwh' - Clima bastante quente. A temperatura média do mês mais frio é superior a 18°C. Semiárido. A estação chuvosa é no verão
DESCRITO E COLETADO POR	Enio Fraga da Silva

10.2.2 - Descrição Morfológica

Ap	0 - 20cm	(10YR 5/4 seco) e (10YR 4/4 úmido); areia ; fraca, muito pequena e pequena, granular; macio e muito friável; não plástico e não pegajoso; plana e clara.
C1	20 - 52cm	(10YR 7/6 seco) e (10YR 6/6 úmido); areia franca ; Maciça que se desfaz em fraca, pequena, blocos sub-angulares; macio e muito friável; não plástico e não pegajoso; plana e gradual.
C2	52 - 90cm	(7,5YR 5/6 seco) e (7,5YR 7/6 úmido); mosqueados poucos, muito pequenos e distintos (10YR 7/6); areia franca ; Maciça que se desfaz em fraca, pequena e média, blocos sub-angulares; macio e muito friável; não plástico e não pegajoso; plana e difusa.
C3	90 - 135cm	(7,5YR 7/6 seco) e (7,5 YR 5/6 úmido); mosqueados poucos, médios e distintos (10YR 7/6); franco arenosa ; Maciça que se desfaz em fraca, pequena e média, blocos sub-angulares; ligeiramente duro e muito friável; não plástico e não pegajoso; plana e difusa.
C4	135 - 185cm	(7,5YR 7/6 seco) e (7,5 YR 5/6 úmido); franco arenosa ; Maciça que se desfaz em fraca, pequena e média, blocos sub-angulares; ligeiramente duro e muito friável; não plástico e não pegajoso; plana e difusa.
C5	185 - 200+	(8,5YR 7/7 seco) e (7,5 YR 5/6 úmido); franco arenosa ; Maciça que se desfaz em fraca, pequena e média, blocos sub-angulares; ligeiramente duro e muito friável; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

POROS: comuns e pequenos e médios no Ap e C1; muitos e pequenos no C2, C3, C4 e C5.

RAÍZES: comuns e finas no AP; poucas e finas no C1; raras e finas no C2; ausentes no C3, C4 e C5.

OBSERVAÇÕES: Perfil à 10m de 2 pés de manga.

AMOSTRAGEM: Química e granulometria – Todos.

Densidade (50 e 500 cm³) – Ap, C1, C2, C3 e C4.

Retenção e Condutividade hidráulica - Ap, C1, C2, C3 e C4.

Os valores da velocidade de infiltração (**I**) e da condutividade hidráulica (**K**) no campo foram obtidos de Codevasf (1980) e corresponderam a maior que 40 cm h⁻¹ e maior que 32 cm h⁻¹ respectivamente. Esses elevados valores já eram esperados, uma vez que a principal característica desta classe de solo é o domínio da textura areia.

10.2.3 – Dados Analíticos

Análises Físicas e Químicas

Perfil: Nilo Coelho 4

Amostras de Laboratório: 03.0120-0125

Horizonte		Frações da amostra total g kg ⁻¹				Composição granulométrica da terra fina g kg ¹				Argila dispersa em água g kg ⁻¹	Grau de floculação %	Relação Silte/ Argila	Densidade g cm ³		Porosidade %
Símbolo	Profundidade cm	Calhaus > 20 mm	Cascalho 20-2 mm	Terra fina < 2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila < 0,002 mm	Solo				Partículas		
Ap	0-20	0	0	1000	650	263	27	60	40	33	0,45	1,58	2,67	41	
C1	-52	0	0	1000	618	259	23	100	100	0	0,23	1,62	2,70	40	
C2	-90	0	0	1000	603	239	58	100	0	100	0,58	1,44	2,63	45	
C3	-135	0	0	1000	517	304	58	121	0	100	0,48	1,50	2,74	45	
C4	-185	0	29	971	468	330	61	141	0	100	0,43	1,55	2,67	42	
C5	-200 +	0	28	972	507	301	51	141	0	100	0,36				
Horizonte	pH (1:2,5)		Complexo Sortivo cmol.kg ⁻¹												
	Água	KCl 1N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (soma)	Al ³⁺	H ⁺	Valor T	Valor V (sat. Por bases) %		100.Al ³⁺ + S + Al ³⁺ %		P assimilável mg/kg
Ap	7,3	6,3	1,5	0,6	0,13	0,01	2,2	0	0	2,2	100	0	0	25	
C1	6,6	5,0	0,8	0,2	0,22	0,01	1,2	0	0,3	1,5	80	0	0	1	
C2	4,8	3,9	0,7		0,08	0,01	0,8	0,1	0,7	1,6	50	11	11	1	
C3	4,5	3,8	0,6		0,02	0,01	0,6	0,2	0,5	1,3	46	25	25	1	
C4	4,6	3,9	0,9		0,02	0,01	0,9	0,1	0,7	1,7	53	10	10	1	
C5	4,6	3,9	0,9		0,02	0,01	0,9	0,1	0,7	1,7	53	10	10	1	

Horizonte	C (orgânico) g/kg	N g/kg	C/N	Ataque sulfúrico g/kg ¹						Relações Moleculares				Fe ₂ O ₃ livre g kg ¹	Equivalente de CaCO ₃ g kg ⁻¹
				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	SiO ₂ / Al ₂ O ₃ (Ki)	SiO ₂ / R ₂ O ₃ (Kr)	Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃			
Ap	4,2	0,5	8	28	13	9	2,8			3,66	2,54	2,27			
C1	1,4	0,3	5	37	27	11	3,0			2,33	1,85	3,85			
C2	1,1	0,2	5	43	38	14	3,6			1,92	1,56	4,26			
C3	0,7	0,2	3	39	40	12	3,0			1,66	1,39	5,23			
C4	0,7	0,2	3	45	38	15	3,4			2,01	1,61	3,98			
C5	0,8	0,2	4	45	19	12	3,0			4,03	2,87	2,49			
Horizonte	100Na ⁺ T ⁻¹ %	Pasta saturada		Sais solúveis cmol.kg ¹						Constantes hídricas g 100g ⁻¹				Água disponível máxima	
		Conductivi- dade dS m ⁻¹ 25°C	Água %	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	HCO ₃ ⁻ CO ₃ ²⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Umidade				
											0,033 MPa	1,5 MPa			
Ap	<1	0,2									7,45	4,25	3,2		
C1	<1	0,1									7,7	4,95	2,75		
C2	<1	0,1									9,25	5,85	3,4		
C3	<1	0,05									9	5,65	3,35		
C4	<1	0,1									10,35	6,7	3,65		
C5	<1	0,1									25,7	14,4	11,3		

Observação: Para maiores informações sobre a obtenção dos parâmetros, consulte os capítulos 3 e 4.

10.2.4 - Inserção dos Dados

A seguir são apresentadas as telas do SiBCTI com os dados desse solo. Na tela Propriedades do Solo I, pode-se destacar em primeiro lugar a profundidade. Esse perfil é profundo, foi coletado até a seção de controle e preenchido as profundidades de semipermeável e impermeável até a profundidade descrita, mesmo que, como costuma acontecer nessa classe de solo, sua profundidade seja bem maior que a amostrada. Chama ainda atenção nessa tela a elevada condutividade hidráulica, bem diferente do solo analisado anteriormente.

Sistema Brasileiro de Classificação de Terras para Irrigação

Arquivo Por Sistema de Irrigação Processar Limpar Campos Idiomas (?) Ajuda

Propriedades do Solo I | Propriedades do Solo II | Propriedades da água | Classificação

Profundidade (cm) Z Semi-permeável 200 Impermeável 200	Ca + Mg (cmol/kg) Y 0 - 20 cm 2,1 20 - 60 cm 1,0 60 - 120 cm 0,6
Saturação Sódio Trocável (100 Na/CTC) S 0 - 20 cm 1 20 - 60 cm 1 60 - 120 cm 1 120 - 240 cm 1	Capacidade de Água Disponível (mm) C 0 - 20 cm 10 0 - 60 cm 28 0 - 120 cm 58
pH em Água H 0 - 20 cm 7,3 20 - 60 cm 6,2 60 - 120 cm 4,5	Classe Textural (Sat. com sódio trocável) V Arenosa
Condutividade Hidráulica (cm/h) K 0 - 60 cm 32 60 - 120 cm 32 120 - 240 cm 32	Alumínio Trocável (cmol/kg) M 0 - 20 cm 0 20 - 60 cm 0 60 - 120 cm 0,1
CTC (cmol/kg) T 0 - 20 cm 2,2 20 - 60 cm 1,5 60 - 120 cm 1,4	Condutividade Elétrica (Extrato saturação dSEn) 0 - 20 cm 0,2 20 - 60 cm 0,1 60 - 120 cm 0,07 120 - 240 cm 0,1

Aplicando o SiBCTI

Na segunda tela, Propriedades do Solo II, vale destacar que apesar do solo não apresentar descrição de presença de mosqueado **comum a abundante**, necessário para ser enquadrado como tendo zona de redução limitante para a maior parte das plantas cultivadas, foi preenchido nesse campo a profundidade limite descrita, ou seja, 200 cm. Para que o programa funcione, é preciso que todos os campos sejam preenchidos e, as observações vão até onde foi feita a coleta no campo pelo pedólogo. Portanto, nenhum dado pode ser omitido.

Sistema Brasileiro de Classificação de Terras para Irrigação

Arquivo Por Sistema de Irrigação Processar Limpar Campos Idiomas (?) Ajuda

Propriedades do Solo I **Propriedades do Solo II** Propriedades da água Classificação

Atividade da Argila A

Classe: 1:1 1

Prof. da Zona de Redução (cm) W

Profundidade: 200 1

Rochosidade R

Classe: Não Rochosa 1

Velocidade de Infiltração (cm/h) I

Velocidade: 40 3

Topografia G

Declividade: 2 1

Espaçamento entre drenos (m) D

Não Requer 1

Pedregosidade P

Classe: Não Pedregosa 1

A área é abaciada? --- B

☐ Sim ☒ Não

Aplicando o SiBCTI

Na terceira tela referente às Propriedades da Água, à semelhança do perfil classificado anteriormente, sendo utilizada a água do rio São Francisco e tendo baixo custo de captação por estar próximo da tomada d'água, esses parâmetros não impactarão negativamente a avaliação final.

Sistema Brasileiro de Classificação de Terras para Irrigação

Arquivo Por Sistema de Irrigação Processar Limpar Campos Idiomas (?) Ajuda

Propriedades do Solo I Propriedades do Solo II **Propriedades da água** Classificação

Cond. Elétrica e	Dist. de captação d
(dS/m) <input type="text" value="0,08"/> 1	(km) <input type="text" value="4"/> 1
Ras s	Ferro f
$\text{Na}/[(\text{Ca}+\text{Mg})/2]^{1/2}$ <input type="text" value="0,2"/> 1	(mg/l) <input type="text" value="0,1"/> 1
Dif. cota captação h	Cloreto c
(m) <input type="text" value="15"/> 1	(mg/l) <input type="text" value="4,5"/> 1
Boro b	
(mg/l) <input type="text" value="0,2"/> 1	

Aplicando o SiBCTI

Finalmente na quarta tela, foi executada a classificação do ambiente escolhendo igualmente a manga como cultura e o sistema de irrigação localizado, à semelhança da classificação feita para o solo anterior (Cambissolo Háplico Carbonático vértico). Percebe-se que para o solo em questão (**NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico** latossólico A fraco relevo plano), o sistema classifica esse ambiente (solo x cultura vegetal x sistema de irrigação x custo e qualidade da água) como:

A 3 K I

- o primeiro parâmetro “a” indica retorno potencial superior ou seja, a cultura escolhida (manga) é uma cultura elencada como de alta rentabilidade implícita, da mesma forma que a água para irrigação tem baixo custo de captação.
- o número “3” indica a classe da terra, ou seja, uma produtividade relativa média durante longo prazo equivalente a 75% da situação referência.
- o sistema resgata o parâmetro mais limitante, ou seja, aquele que exerceu maior influência na classificação final da terra. No caso, por ser maiúscula e de cor vermelha, percebe-se que é um parâmetro ligado a solo e o “K” representa o parâmetro condutividade hidráulica.

- o sistema resgata também o segundo parâmetro mais limitante. Da mesma forma que comentado acima, a letra “I” representa um parâmetro de solo e corresponde a velocidade de infiltração (I).

Nesta classificação a **3 KI**, pode-se perceber que apesar do solo citado apresentar fortes limitações como fertilidade e retenção de água, o que antes, como comentado, na antiga classificação do BUREC praticamente o inviabilizaria para irrigação; atualmente, com tecnologia apropriada através da irrigação localizada, esse solo está permitindo a produção de manga em níveis bastante razoáveis, da ordem de 32-37 t ha⁻¹, em duas colheitas por ano (Figura 9), com uma geração de receita média da ordem de R\$ 30.000,00 ou US\$ 18.000,00 aproximadamente (RESENDE et al., 2003)

A classificação desse solo, pelo SiBCTI, como irrigável, está em consonância com o que vem ocorrendo em termos práticos.



Figura 10 - Área cultivada com manga irrigada por microaspersão apresentando em primeiro plano local da coleta do solo (Perímetro Nilo Coelho – Petrolina/PE).

10.3 - Comentários Finais, Impacto da Metodologia

A implantação de um perímetro de irrigação no ambiente caracterizado pelo estudo de caso (I), considerando apenas os solos com problemas de drenagem, deve estar cercada de metucioso estudo prévio. Deve-se ter muito cuidado na escolha das culturas e do sistema de irrigação a serem instalados. Como exemplificado, se a opção for por uma cultura de sistema radicular incompatível com as características/limitações pedológicas e se o sistema de irrigação não for de máxima eficiência na dosagem e distribuição da água, esse cenário só poderá conduzir a um resultado que não seja o desperdício econômico, caracterizado pelo não retorno dos investimentos, e a degradação ambiental, devido ao provável aparecimento de imensas áreas salinizadas.

A figura 11 a seguir apresenta classes de solos ocorrentes na área do semiárido que normalmente apresentam problemas de limitação da drenagem natural (interna). Como ela foi gerada a partir do Mapa de Solos do Brasil, escala 1:5.000.000 (EMBRAPA, 1981), portanto uma escala muito pequena, as classes foram consideradas no seu todo. São elas: Neossolo Litólico (RL), Vertissolo (V), Luvissolo Crômico (TC), Cambissolo essencialmente vértico (C), Gleissolo Sálico (GZ), Planossolo Háptico (SX) e Planossolo Nátrico (SN). Evidentemente nem todo Cambissolo, Vertissolo ou mesmo Luvissolo Crômico pode ser enquadrado como classe 6 por problema de drenagem, para culturas perenes de sistema radicular tipo pivotante profundo. Mas, o objetivo foi apenas dar uma ideia da ordem de grandeza das classes de solos ocorrentes nessa região que apresentam drenagem restrita; até porque muitos Argissolos abruptos não contemplados nessa consideração apresentam esse problema, o que de certa forma contrabalança essa apreciação.

Essas áreas totalizam 39.918.518 ha correspondendo aproximadamente a 40% do total das terras do semiárido.

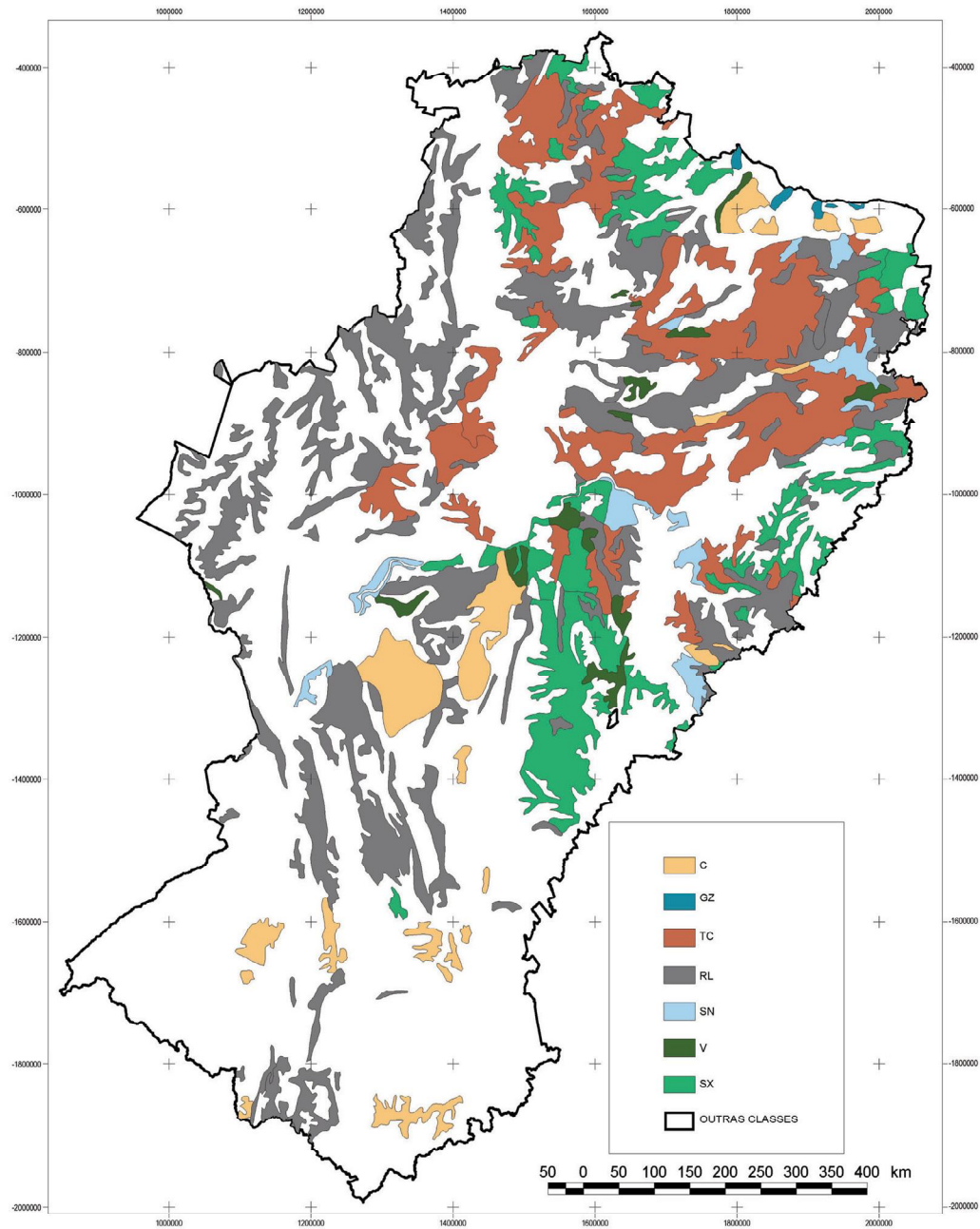


Figura 11 - Classes de solo na região semiárida com algum problema de limitação de drenagem .

Por outro lado, foi discutido o caso extremo dos Neossolos Quartzarênicos como exemplo de solos com elevada velocidade de infiltração e condutividade hidráulica, ou seja, rápida drenabilidade. Esses solos eram classificados, pela metodologia do BUREC, como classes 5 ou 6, sendo que atualmente, devido ao avanço da tecnologia de manejo da agricultura irrigada, esses solos são plenamente aproveitáveis, enquadrando-se como classes 3 ou 4 pela metodologia SiBCTI. Acrescentando-se aos Neossolos Quartzarênicos (RQ), os Neossolos Regolíticos (RR) e a grande parte dos Latossolos Vermelho-Amarelo textura média (LVA), tem-se a grande parte dos solos de constituição arenosa e profundos ocorrentes na região semiárida, que pela metodologia citada teriam a mesma destinação. Então, com base ainda em Embrapa (1981), pode-se destacar esse agrupamento, sendo o resultado apresentado conforme a figura 12.

A ocorrência de solos arenosos profundos perfaz aproximadamente 47.146.933 ha correspondendo a 47% do total das terras do semiárido. Como o SiBCTI enquadra-os como irrigáveis, ao contrário das metodologias existentes até o momento, não há nenhuma restrição técnica para que esses solos, juntamente com os outros sem ou com pouca limitação, classificados como classes 1 e 2 respectivamente, não possam ser explorados intensamente sob irrigação.

Com planejamento alicerçado em conhecimentos embasados tecnicamente, pode-se melhorar em muito o retorno financeiro dos recursos públicos ou privados alocados em projetos de irrigação, além de diminuir violentamente o impacto ambiental, tomando como foco a exploração sustentável dos recursos naturais.

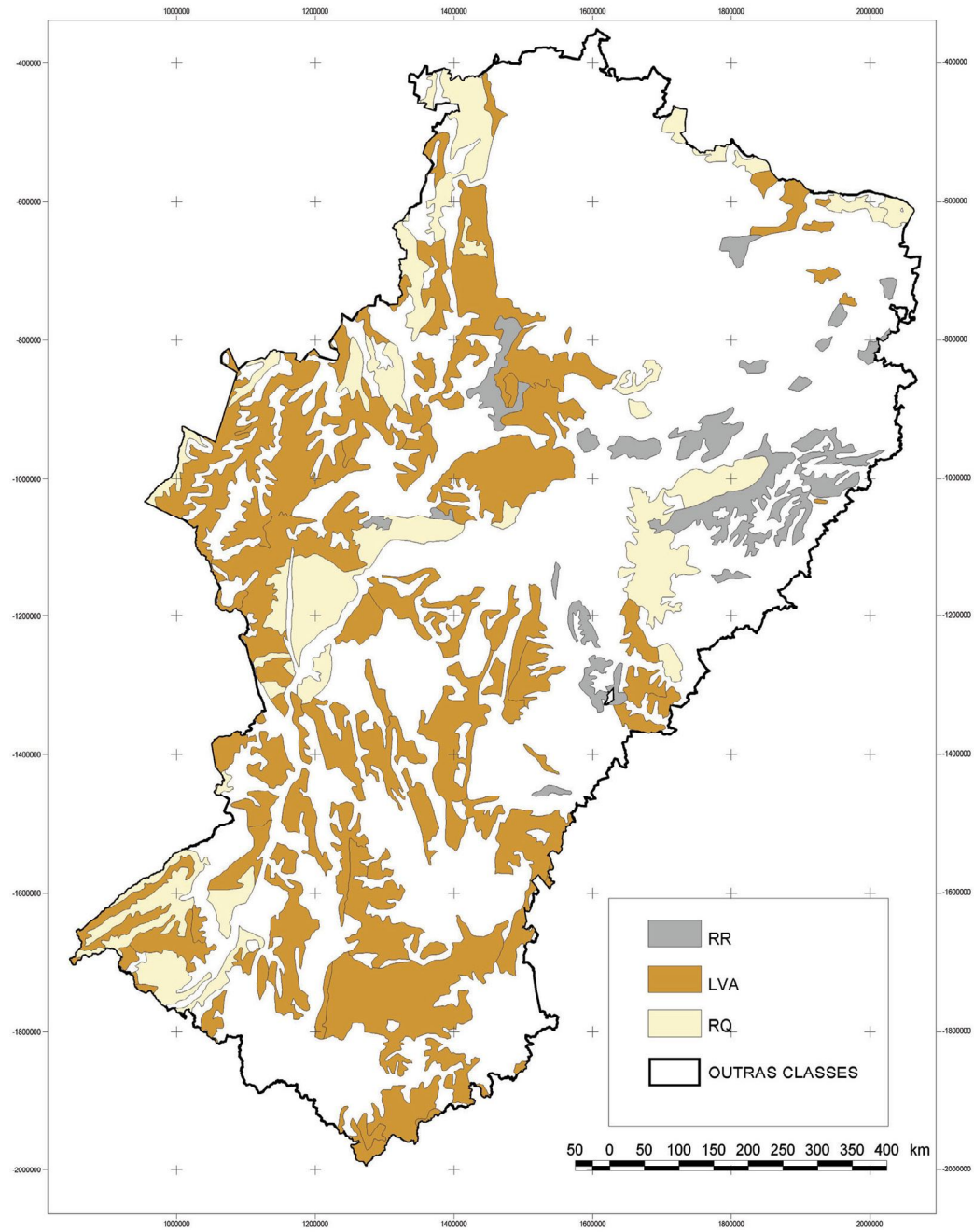


Figura 12 – Classes de solo na região semiárida com elevada drenabilidade interna.

Referências Bibliográficas

CODEVASF. **Projeto Baixio do Irecê**: condições de irrigabilidade dos solos cambissolo vértico. 2000. 1 v. (Relatório técnico).

CODEVASF. **Projeto Massangano**: relatório n. 1, avaliação de solos. 1980. 1 v. (Relatório técnico)

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Mapa de solos do Brasil**. Rio de Janeiro, 1981. Mapa color., escala 1:5.000.000.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Estudo das alterações físico-químicas dos solos classificados como Luvisolos e Argissolos no Perímetro de Irrigação Senador Nilo Coelho e estudo das condições de permeabilidade de solos classificados como Cambissolos Vérticos e Vertissolos nos Projetos de Irrigação Formoso A e Baixio de Irecê**. 2004. 1 v. (Relatório técnico das atividades de campo e laboratório para atendimento do SiBCTI).

RESENDE, M.; ALBUQUERQUE, P.; COUTO, L. **A cultura do milho irrigado**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 317 p.

WEGENER, R. Manutenção de pivôs. **A Granja**, Porto Alegre, n. 675, p.30-35, 2005.